

Une méthode de mesure de la surface foliaire du palmier à huile

INTRODUCTION

L'estimation de la surface foliaire du palmier à huile est utilisée fréquemment, aussi bien pour suivre l'évolution du développement des arbres d'une palmeraie en fonction de l'âge et des conditions de culture que dans des essais divers (comparaison d'hybrides, de clones, essais de fumure, densité de plantations, techniques culturales, etc.) afin de mieux caractériser du point de vue végétatif l'effet des différents traitements en jeu.

L'objectif est généralement de déterminer l'indice foliaire (LAI, Leaf Area Index, en anglais) c'est-à-dire le rapport de la surface foliaire fonctionnelle totale à la surface plantée correspondante d'une palmeraie ou de chacun de ses composants (croisements, clones, traitements agronomiques, etc.)

On peut également être intéressé par la répartition de la surface de la feuille le long du rachis.

L'évaluation de la surface d'une feuille représentative de l'arbre, somme des surfaces de toutes les folioles la constituant et le comptage du nombre de feuilles fonctionnelles sont nécessaires.

La méthode décrite ci-après consiste à :

- avoir une mesure la plus précise possible de la surface foliaire moyenne d'une population supposée assez homogène à partir d'un nombre très limité d'arbres tirés au hasard,
- retenir un nombre réduit de paramètres de la mesure précédente permettant une évaluation rapide de la surface foliaire,
- calculer le coefficient d'étalonnage reliant les deux valeurs afin de généraliser la mesure simplifiée.

□ Mesure précise de la surface d'une palme - Conventions

En règle générale, la feuille choisie est celle de rang 17 située vers le milieu de la couronne, sensée être représentative de celle-ci. Cette feuille est facile à repérer et sert également,

traditionnellement, à l'échantillonnage pour l'analyse de la nutrition minérale (diagnostic foliaire). Il peut y avoir des fluctuations sensibles d'une feuille à l'autre de la longueur et de la surface foliaires même pour des arbres adultes et des études fines doivent les prendre en compte.

La feuille désignée est coupée au niveau de son pétiole (Fig. 1) Seule une moitié de la feuille sera échantillonnée et le côté à choisir dépend du sens phyllotaxique du palmier : la feuille placée face inférieure contre terre et l'observateur situé à l'extrémité distale A, le côté à étudier, par convention, est celui à sa droite pour un arbre à spire à droite, et à sa gauche pour un arbre à spire à gauche.

Rappelons que par convention un observateur placé face à l'arbre, voit l'hélice phyllotaxique d'un arbre à spire à droite descendre vers sa droite.

Si l'on veut suivre, dans le temps, l'évolution de la surface foliaire des feuilles 17 et l'indice foliaire, on évitera en grande partie les fluctuations d'origine saisonnière en réalisant les mesures toujours à la même époque, par exemple en début de saison sèche.

On mesure la longueur du rachis AC à partir de C vers A avec la précision du cm puis on délimite 10 sections de longueurs égales sur le rachis en partant du point A vers le point C. Arrivé en C, on commence le comptage des folioles du côté préalablement choisi, section par section, numérotées de 1 (folioles rudimentaires) à 10 jusqu'en A. Par convention toute foliole située sur la limite entre deux sections est comptée comme faisant partie de la section suivante d'ordre supérieur.

Une foliole supérieure au contour en bon état, proche du milieu de la section est extraite dans chacune des sections et son numéro d'ordre inscrit au stylo à bille ou au crayon indélébile sur sa face inférieure.

Les dix folioles d'une même feuille, réunies par un bracelet de caoutchouc et une étiquette d'identification sont rapportées au bureau ou au laboratoire.

Ces dix folioles sont placées côte à côte, dans l'ordre, sur une planchette de mesure et maintenues par des élastiques. Des lignes parallèles sont marquées tous les 10 cm sur la planchette (Fig. 2).

On mesure pour chacune des 10 folioles la longueur (L) en cm et la largeur au milieu (l) en mm (le milieu est déterminé par pliage de la foliole). Ces données seront utilisées pour la mesure simplifiée (voir ci-après).

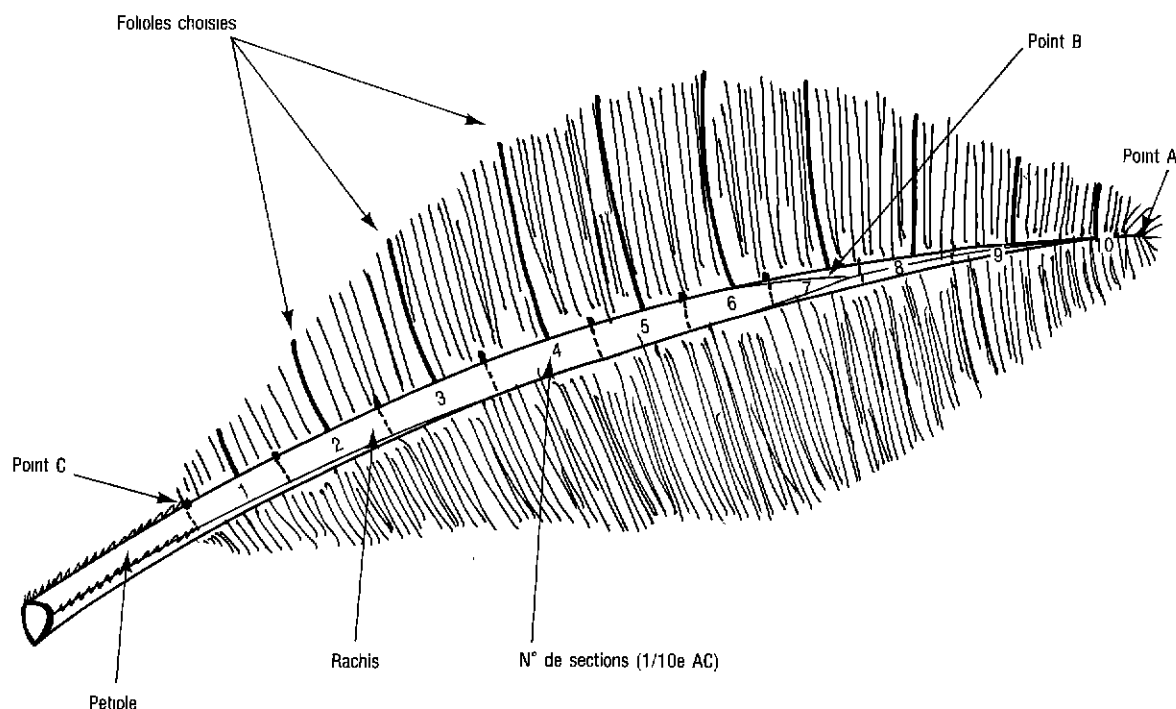


FIG. 1. — Schéma de la palme

Pour chaque foliole on mesure également au mm près la largeur des folioles de 10 en 10 cm au niveau des lignes tracées sur la planchette.

La surface de chaque foliole correspond à la somme des surfaces des trapèzes et du triangle terminal, soit après simplification :

$$S_f = (l_0 + l_n)/2 + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1} + l_n L_s / 20$$

avec :

- l_0, l_1, \dots, l_n , les largeurs en mm
- L_s = le supplément de longueur de la foliole (en cm de 0 à 9) au delà de la dernière largeur mesurée, soit la hauteur du triangle.
- S_f en cm, sans décimale.

Quant à la surface de la feuille elle s'obtient par le calcul suivant :

$$S_T = 2 (n_1 S_{f1} + n_2 S_{f2} + \dots + n_{10} S_{f10}) / 10.000$$

avec S_T , surface par la méthode des trapèzes, en m² présentée avec 2 chiffres après la virgule.

Remarque : une étude d'échantillonnage a montré que la précision de la mesure de la surface de la feuille n'était pas sensiblement améliorée lorsque plusieurs folioles par section au lieu d'une seule étaient mesurées.

□ Mesure simplifiée de la surface foliaire

Les mesures se font exclusivement au champ.

Les phases suivantes déjà explicitées se succèdent ainsi :

- choix du rang de la feuille,
- coupe de la feuille,
- repérage du sens phyllotaxique,
- mesure de la longueur du rachis,
- partage du rachis en 10 sections égales.
- comptage des folioles par section,
- extraction d'une foliole du milieu de chaque section,
- mesure des longueurs (L) et largeur au milieu (1) de chacune des 10 folioles.

Puis ces données saisies sur calculatrice ou micro-ordinateur permettent de calculer une surface globale arbitraire de la feuille en assimilant chaque foliole à un rectangle ($L \times l$).

$$S_R = 2 (n_1 L_1 l_1 + n_2 L_2 l_2 + \dots + n_{10} L_{10} l_{10}) / 100.000$$

avec :

- L en cm
- l en mm
- S_R , surface par la méthode du rectangle, en m² (2 chiffres après la virgule).

Cette nouvelle surface est nettement supérieure à la surface foliaire réelle calculée par la méthode précise (somme des trapèzes) mais elle lui est pratiquement proportionnelle du fait des formes régulières des folioles de palmier.

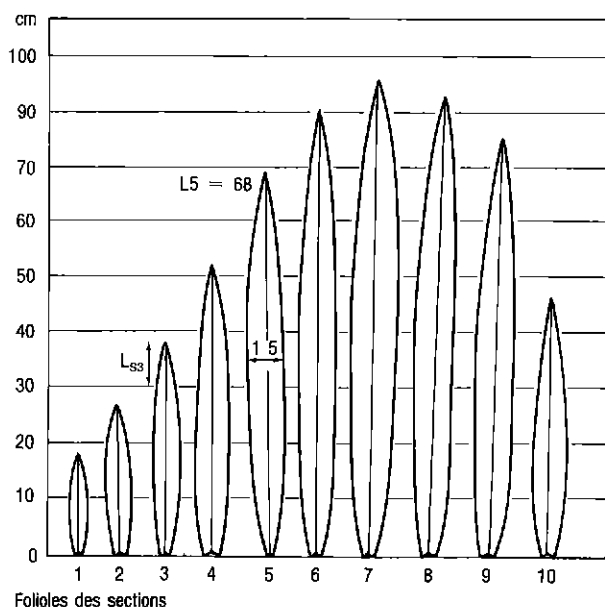


FIG. 2. — Planchette de mesure

❑ Coefficients d'étalonnage

Les études d'échantillonnage prouvent qu'en utilisant simultanément les deux méthodes de mesure de surface foliaire décrites ci-dessus pour un nombre limité d'arbres appartenant à une même population (même âge, même croisement, même traitement), on pouvait calculer le coefficient d'étalonnage, toujours inférieur à 1, par lequel il faut multiplier S_R pour obtenir une bonne approximation de S_T .

Ce coefficient peut varier légèrement en fonction de l'âge des cultures, du matériel végétal et des facteurs limitants graves (déficiences minérales sévères, déficit hydrique prononcé, etc.). Il convient donc de procéder à de nouvelles mesures d'étalonnage à chaque fois.

Les calculs théoriques montrent que pour obtenir une bonne précision du coefficient d'étalonnage il est nécessaire et suffisant à chaque fois de prendre au hasard dans la population étudiée (un croisement, un clone, un traitement expérimental, etc.) une dizaine d'arbres seulement dont la surface de la feuille échantillonnée sera donc mesurée par les deux méthodes afin d'obtenir S_T et S_R et le rapport recherché des deux surfaces.

Ensuite le nombre d'arbres à échantillonner avec la méthode simplifiée par parcelle élémentaire dépendra de chaque expérience, c'est-à-dire de sa puissance, de l'écart-type résiduel et du niveau du test comme pour tout autre paramètre à observer.

❑ Distribution de la surface foliaire le long du rachis

Les mesures enregistrées permettent de calculer la surface foliaire pour chacune des 10 sections et donc leur répartition ainsi que celle du nombre de folioles par rapport à l'ensemble de la feuille. Cette distribution dépend en particulier du type de matériel végétal.

La surface "apparente" de la feuille, c'est-à-dire la surface délimitée par le contour de la feuille ou encore l'extrémité des folioles peut aussi être appréciée à partir des mesures précédentes : c'est la somme des rectangles ayant pour côtés, d'une part 1/10e de la longueur du rachis et d'autre part 2 fois la longueur de la foliole extraite dans chaque section (Fig. 3).

$$S_A = 2 (L_1 + L_2 + \dots + L_{10}) \times AC / 100.000$$

avec :

- L_1, \dots, L_{10} = longueur des folioles en cm
- AC = longueur du rachis en cm
- S_A = surface apparente en m^2 (2 chiffres après la virgule)

Cette surface apparente est aussi une caractéristique du matériel végétal.

❑ Indice foliaire

L'estimation de l'indice foliaire d'une palmeraie à un moment donné ne présente aucune difficulté si l'on a une bonne approximation de la surface d'une feuille moyenne de la couronne (ou mieux d'une feuille par étage de la couronne : rangs 9, 17, 25 et 33 par exemple) et du nombre total de

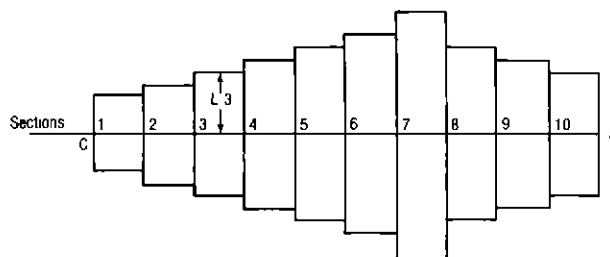


FIG. 3. — Surface apparente

feuilles fonctionnelles à condition que l'état sanitaire du feuillage soit satisfaisant.

Mais, l'indice foliaire peut fluctuer assez sensiblement au cours de l'année au rythme du niveau de production, la récolte d'un régime s'accompagnant de la coupe d'une ou plusieurs feuilles souvent encore vertes, et de l'élagage réduisant brutalement la surface foliaire des palmiers.

Si l'on veut suivre rigoureusement l'indice foliaire au cours de l'année dans le cas d'études particulières, de physiologie par exemple, il faut observer mensuellement et l'émission foliaire et la disparition des feuillées âgées du fait de leur sénescence (dessèchement) ou de leur coupe lors de la récolte et de l'élagage.

❑ Limitations

Cette méthode de mesure de la surface foliaire, d'une application aisée, convient aux objectifs aussi bien de recherche que de développement.

La surface d'une feuille de la couronne d'un palmier et l'indice foliaire sont ainsi fournis à l'état brut. Or les feuilles ne sont jamais intégralement intactes : les ravageurs (chenilles défoliatrices, mineuses de feuilles, acariens), les champignons, les algues, toujours présents en quantités variables selon le niveau de la feuille, la saison, les pullulations, entraînent des dégâts indélébiles réduisant physiquement la surface foliaire et (ou) sa surface efficiente vis-à-vis de la photosynthèse.

L'estimation de ces dégâts sous forme de diminution de surface et d'activité photosynthétique intéresse évidemment l'entomologiste, le phytopathologiste et le physiologiste mais les méthodes efficaces de mesure restent, pour la plupart, à mettre au point.

La connaissance de la surface foliaire brute donne quelques éléments sur l'encombrement de la couronne mais aucun renseignement sur son architecture dont l'efficacité photosynthétique peut dépendre : il faut pour cela passer par la modélisation, dont le laboratoire du CIRAD a une excellente maîtrise, ce qui fera l'objet de publications ultérieures.

B. TAILLIEZ ⁽¹⁾ et C. BALLO KOFFI ⁽²⁾

(1) IRHO-CIRAD - 11 Square Pétrarque 75116 Paris, (France)

(2) IDEFOR-DPO - La Mé - 13 BP 989 Abidjan 13, (Côte-d'Ivoire)

A method for measuring oil palm leaf area

INTRODUCTION

Estimation of oil palm leaf area is often used both to monitor tree development trends in oil palm plantations according to age and cropping conditions and in various trials (hybrid and clone comparative trials, fertilizers, planting density, crop techniques, etc.) so as to characterize the effect of the various treatments more effectively from a vegetative point of view.

The aim is generally to determine the leaf area index (LAI), i.e. the ratio of the total functional leaf area to the corresponding area of an oil palm plantation or the area of each component (crosses, clones, agronomy treatments, etc.).

It may also be useful to know leaf area distribution along the rachis.

It is necessary to evaluate the area of a leaf representative of the tree as a whole, i.e. the sum of the areas of all the leaflets that make up the leaf, and to count the number of functional leaves.

The method described below consists in:

- measuring as accurately as possible the mean leaf area for a population assumed to be fairly homogeneous, based on a very limited number of trees chosen at random,
- choosing a limited number of parameters from the above measurement to enable rapid calculation of leaf area,
- calculating the calibration coefficient linking the two values so as to generalize this simplified measurement.

□ Accurate measurement of frond area - Standards

As a general rule, the leaf chosen is rank 17, near the middle of the crown, which is assumed to be representative of the crown as a whole. This leaf is easy to identify and is also traditionally used in samples for leaf mineral nutrition analysis. There can be major variations in length and area from one leaf to another, even on adult trees, and in-depth studies should take this into account.

The chosen leaf is cut at petiole level (Fig. 1). Only half the leaf is sampled, and the side chosen depends on the tree's phyllotaxy: for a leaf placed face up on the ground, with the observer at distal extremity A, the half on the observer's right is generally studied for trees with a right-hand spiral, the half on his left for trees with a left-hand spiral.

NB: to an observer facing the tree, the phyllotaxic pattern of a tree with a right-hand spiral slopes down to the right.

If the aim is to monitor changes over time in the area of leaf 17 and LAI, seasonal fluctuations can be avoided by always taking measurements at the same time of year, for example at the start of the dry season.

Starting from point C, the length of the rachis - AC - is measured to the nearest centimetre, and 10 sections of equal length are marked out, from point A to point C. When C is reached, the leaflets on the chosen side are counted, section by section, numbered from 1 (rudimentary leaflets) to 10 up to point A. Any leaflet split between two sections is counted as being in the next, higher section.

An upper leaflet with good edges is taken from the middle of each section, and numbered on the underside using a ball-point pen or permanent marker.

The ten leaflets from each leaf are fixed together with a rubber band. An identity label is attached, and the leaflets are taken to the office or laboratory.

The ten leaflets are placed side by side, in order, on a measuring scale, kept in place by elastic bands. Parallel lines are drawn on the scale every 10 cm (Fig. 2).

The length (L), in cm, and width in the middle (W), in mm, are measured (the middle is determined by folding the leaflet). These data are used for simplified measurement (see below).

Leaflet width to the nearest mm is also measured every 10 cm, on the lines marked on the scale.

The area of each leaflet corresponds to the sum of the areas of the trapezia and the terminal triangle, i.e. after simplification:

$$LA = (W_0 + W_n)/2 + W_1 + W_2 + \dots + W_{n-1} + W_n L_s / 20$$

where:

- W_0, W_1, \dots, W_n are the widths in mm,
- L_s is the additional leaf length (in cm, from 0 to 9) beyond the last width measurement, i.e. the height of the triangle,
- LA is expressed in cm, with no decimals.

The leaf area is calculated as follows:

$$AT = 2 (n_1 LA_1 + n_2 LA_2 + \dots + n_{10} LA_{10}) / 10.000$$

Where AT , the area using the trapezium method, is expressed in m^2 to two decimal places.

NB: a sampling study showed that taking several leaflets per section rather than just one did not markedly improve the accuracy of the leaf area measurement.

□ Simplified leaf area measurement

The measurements are made solely in the field, as per the following stages, explained above:

- choose the leaf rank
- cut the leaf
- determine the phyllotaxic direction
- measure the length of the rachis
- mark off ten equal sections along the rachis
- count the number of leaflets per section
- take one leaflet from the middle of each section

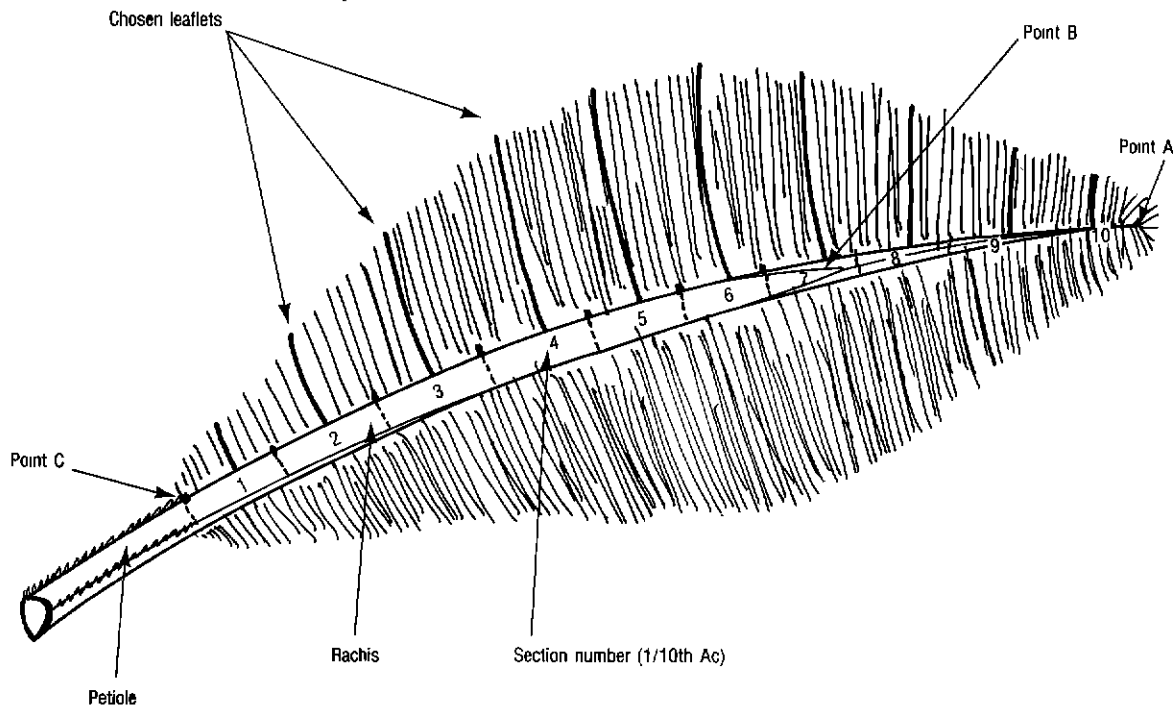


FIG. 1 — Diagram of frond

- measure the length (L) and width in the middle (W) of each of the ten leaflets

The data are then inputted on a calculator or micro-computer, to calculate an arbitrary overall leaf area, taking each leaflet as a rectangle ($L \times W$).

$$A_R = 2 (n_1 L_1 W_1 + n_2 L_2 W_2 + \dots + n_{10} L_{10} W_{10}) / 100,000$$

Where:

- L is in cm
- W in mm
- A_R is the area using the rectangle method, in m^2 (to two decimal places).

This new area figure is much higher than the true leaf area calculated using the accurate method (sum of trapezia), but is practically proportional to it, due to the regular shape of oil palm leaflets.

□ Calibration coefficients

Sampling studies have shown that by using both of the above leaf area measurement methods for a limited number of trees from a given population (same age, same cross, same treatment), it is possible to calculate the calibration coefficient, which is always less than 1, by which A_R is multiplied to obtain a good approximation of A_T .

This coefficient can vary slightly according to tree age, the planting material used and serious limiting factors (severe mineral deficiencies, marked water deficit, etc.). It is therefore important to carry out new calibration measurements each time.

Theoretical calculations show that to obtain a reasonably accurate calibration coefficient, it is necessary and sufficient to take only around ten trees at random each time from the population studied (a cross, a clone, an experimental treatment, etc.), measuring the area of the sample leaf using both methods to obtain A_T and A_R and the required ratio of the two areas.

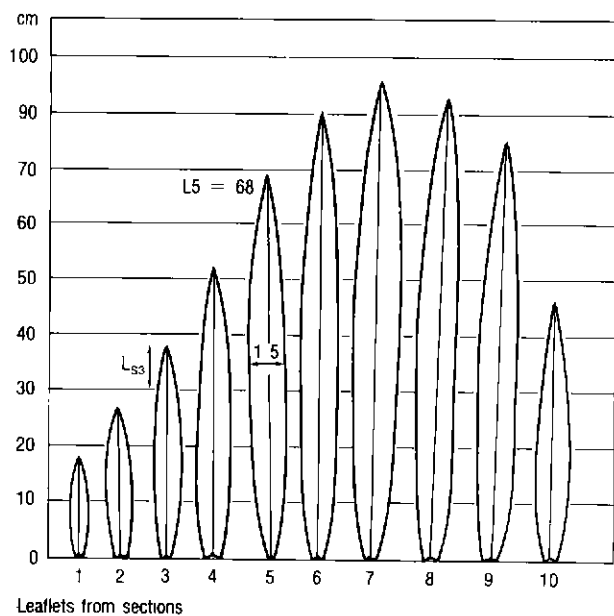


FIG. 2 — Measuring scale

The number of trees to be sampled per elementary plot using the simplified method will then depend on each experiment, i.e. its power, residual standard deviation and test level, as with every other parameter to be observed

□ Leaf area distribution along the rachis

The measurements recorded make it possible to calculate the leaf area for each of the ten sections, hence their distribution and that of the number of leaflets in relation to the leaf as a whole. This distribution is dependent on the type of planting material in particular.

The "apparent" leaf area, i.e. the area within the leaf outline or the extremity of the leaflets can also be estimated using the above measurements: it is the sum of the rectangles whose sides are 1/10th of the length of the rachis and twice the length of the leaflet taken from each section (Fig. 3).

$$A_A = 2 (L_1 + L_2 + \dots + L_{10}) \times AC/100,000$$

Where:

- $L_1 \dots L_{10}$ = length of leaflets in cm
- AC = length of rachis in cm
- A_A = apparent area in m^2 (to two decimal places).

This apparent area is also characteristic of the type of planting material

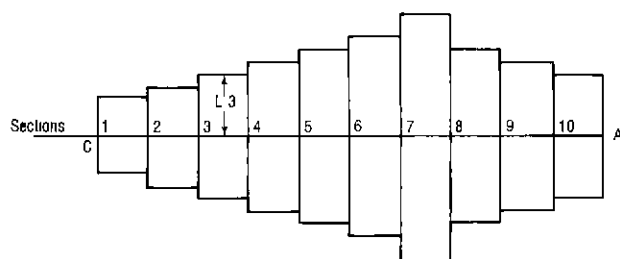


FIG. 3 — Apparent area

□ Leaf Area Index

Estimating the leaf area index for an oil palm plantation at a given time is not difficult, provided that a good approximation of the area of a leaf representative of the crown (or better still, a leaf from each section of the crown, for example ranks 9, 17, 25 and 33) is available, along with the total number of functional leaves, provided the phytosanitary condition of the foliage is satisfactory

However, the leaf area index can vary quite markedly during the year, in line with production patterns, since harvesting bunches involves cutting one or several leaves, which are often still green, and pruning, which abruptly reduces the leaf area per tree.

If the aim is to monitor the leaf area index closely throughout the year in specific studies, for example physiology, both leaf emission and the disappearance of old leaves due to senescence (drying out) or cutting during harvesting and pruning have to be observed each month.

□ Limitations

This leaf area measurement method, which is easy to apply, can be used for both research and development purposes.

The values for the area of a leaf from an oil palm crown and the leaf area index are obtained in their "raw" form. However, leaves are never entirely intact: pests (leaf-eating caterpillars, leaf borers, mites), fungi and algae, which are always found to various extents, depending on leaf rank, season and outbreaks, cause irreversible damage that physically reduces leaf area and/or its efficient area as regards photosynthesis.

Estimating the extent of this damage in terms of the reduction in area and photosynthetic activity is obviously of interest to entomologists, phytopathologists and physiologists, but for the most part, reliable measurement methods have yet to be developed.

Knowledge of the raw leaf area provides some indication of crown bulk, but not of its architecture, on which photosynthetic efficiency can depend. This calls for modelling, in which the CIRAD laboratory has extensive experience, and which will be covered by future publications

B. TAILLIEZ and C. BALLO KOFFI

(1) IRHO-CIRAD - 11 Square Pénarque 75116 Paris, (France)

(2) IDEFOR-DPO - La Mé - 13 BP 989 Abidjan 13, (Côte-d'Ivoire)

Un método para medir la superficie foliar de la palma aceitera

INTRODUCCION

A menudo se emplea la estimación de la superficie foliar de la palma aceitera, tanto para seguir la evolución del desarrollo de los palmas de un palmar según la edad y las condiciones de cultivo como en varios ensayos (comparación de híbridos, de clones, ensayos de fertilización, densidad de siembra, fitotecnia, etc.) para mejor caracterizar del punto de vista vegetativo el efecto de los diferentes tratamientos estudiados.

Por lo general, el objetivo consiste en determinar el índice foliar (LAI, Leaf Area Index, en inglés) es decir la relación entre la superficie foliar funcional total y la superficie sembrada correspondiente de un palmar o de cada uno de sus componentes (cruzamientos, clones, tratamientos agronómicos, etc.).

También uno puede interesarse por la repartición de la superficie de la hoja a lo largo del raquis.

Es preciso evaluar la superficie de una hoja representativa del árbol, suma de las superficies de todos los folíolos de que se compone, y hacer el conteo del número de hojas funcionales.

El método descrito a continuación consiste en:

- tener una medida lo más precisa posible de la superficie foliar media de una población que se supone bastante homogénea a partir de un número muy limitado de palmas sorteadas;
- seleccionar un número reducido de parámetros de la medida anterior que permita realizar una evaluación rápida de la superficie foliar;
- calcular el coeficiente de contraste relacionado con los dos valores a fin de generalizar la medida simplificada.

□ Medida precisa de la superficie de una hoja - Convenciones

En términos generales, la hoja escogida es la del rango 17 situada hacia el centro de la corona, considerada representativa de esta. Esta hoja se identifica fácilmente y sirve también, tradicionalmente, para el muestreo a fin de analizar la nutrición mineral (diagnóstico foliar). Puede haber fluctuaciones notables de una hoja a otra del largo de la superficie foliar incluso deben tomarlos en cuenta para palmas adultas y estudios detallados.

La hoja marcada se corta al nivel del pecíolo (Fig. 1). Tan sólo se mostreará una mitad de la hoja y el lado que se debe escoger depende del sentido filotáxico de la palma: el envés contra el suelo y el observador encontrándose en la extremidad distal A, el lado que se debe estudiar, convencionalmente, es aquel encontrándose a su derecha para un árbol con espira a la derecha, y a su izquierda para un árbol con espira a la izquierda.

Recordamos que por convención un observador colocado frente a la palma, ve el hélice filotáxico de una palma con espira a la derecha bajar hacia su derecha.

Si se quiere seguir, a largo plazo, la evolución de la superficie foliar de las hojas 17 y el índice foliar, se evitará en gran parte las fluctuaciones de origen temporal al realizar medidas que caigan siempre en la misma época, por ejemplo a principios del verano.

Se mide el largo del raquis AC a partir de C hacia A con precisión del cm y se delimita 10 secciones iguales en el raquis yendo del punto A hacia el punto C. Al llegar en C, se empieza el conteo de los folíolos del lado previamente escogido, sección por sección, numerados de 1 (folíolos rudimentarios) a 10 hasta A. Por convención se cuenta cualquier folíolo localizado en el límite entre dos secciones como siendo parte de la sección que sigue de orden superior.

Se extrae un folíolo superior con los bordes en buen estado, cercano del centro de la sección en cada una de las secciones y se inscribe su número de orden con bolígrafo o lapis de tinta indeleble el envés.

Se llevan a la oficina del laboratorio los diez folíolos de una misma hoja, reunidos por una correa de caucho y una tarjeta de identificación.

Se colocan estos diez folíolos lado a lado, en el orden, en un tablero de medida, y mantenidos por elásticos. Se pintan líneas paralelas cada 10 cm en el tablero (Fig. 2).

Se mide para cada uno de los 10 folíolos el largo (L) en cm y el ancho en el centro (l) en mm (se determina el centro al plegar el folíolo). Se utilizarán estos datos para efectuar la medida simplificada (véase aquí abajo).

Para cada folíolo se mide también con aproximación al m el largo de los folíolos cada 10 cm al nivel de las líneas pintadas en el tablero.

La superficie de cada folíolo corresponde a la suma de las superficies de los trapecios y del triángulo terminal, o sea después de simplificar:

$$S_f = (1_0 + 1_n)/2 + 1_1 + 1_2 + \dots + 1_{n-1} + 1_n L_s / 20$$

con:

- $1_0, 1_1, \dots, 1_n$, los largos en mm
- L_s = el suplemento del largo del folíolo (en cm de 0 a 9) más allá del último ancho medido, o sea la altura del triángulo.
- S_f en cm, sin decimal.

En cuanto a la superficie de la hoja, ésta se obtiene mediante el siguiente calculo:

$$S_T = 2 (n_1 S_{f1} + n_2 S_{f2} + \dots + n_{10} S_{f10}) / 10.000$$

Con S_T , superficie obtenida por el método de los trapecios, en m^2 presentada con 2 cifras después de la coma.

Nota: un estudio de muestreo mostró que la precisión de la medida de la superficie de la hoja no era sensiblemente mejorada cuando se medían varios folíolos por sección en lugar de uno solo.

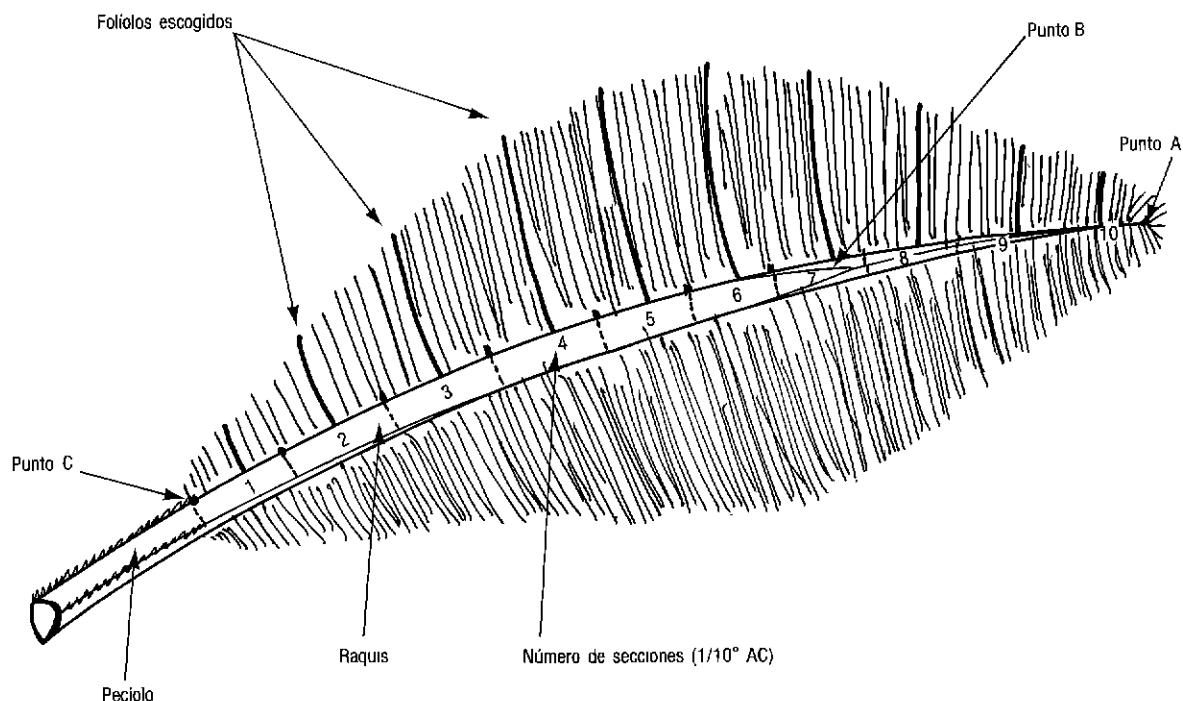


FIG. 1. — Esquema de la hoja

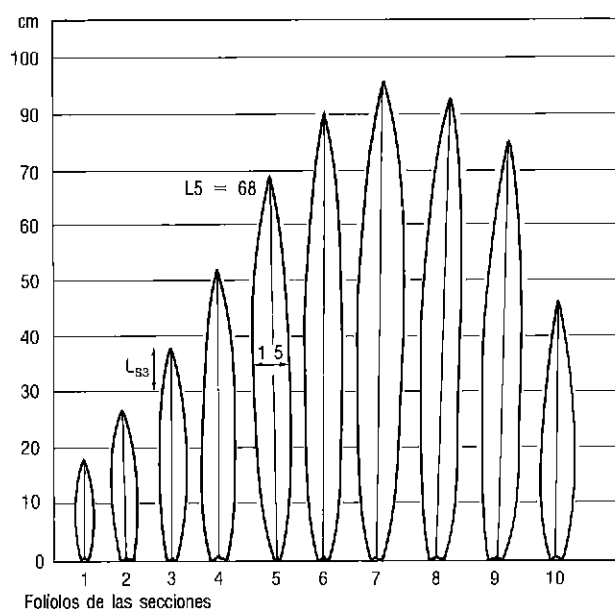


FIG. 2. — Tablero de medida

□ Medida simplificada de la superficie foliar

Las medidas se hacen exclusivamente en el campo. Las siguientes fases ya aclaradas se suceden así:

- selección del rango de la hoja,
- corte de la hoja,
- identificación del sentido filotáxico
- medida del largo del raquis
- partición del raquis en 10 secciones iguales
- conteo de los folíolos por sección
- extracción de un foliolo del medio de cada sección
- medida de los largos (L) y ancho en el centro (l) de cada uno de los folíolos.

Y estos datos apuntados en una calculadora o computadora permiten calcular una superficie global arbitraria de la hoja asimilando cada foliolo a un rectángulo ($L \times l$).

$$S_R = 2 (n_1 L_1 + n_2 L_2 l_2 + \dots + n_{10} L_{10} l_{10}) / 100.000$$

con:

- L en cm
- l en mm

S_R , superficie obtenida por el método del rectángulo, en m^2 (2 cifras después de la coma).

Esta nueva superficie resulta claramente superior a la superficie foliar efectiva calculada por el método preciso (suma de los trapecios) pero es casi proporcional por las formas regulares de los folíolos de la palma.

□ Coeficientes de contraste o calibración

Se demuestra por los estudios de muestreo que al emplear simultáneamente los métodos de medida de superficie foliar descritas arriba para un número limitado de palmas perteneciendo a una misma población (misma edad, mismo cruzamiento, mismo tratamiento), se podía calcular el coeficiente de contraste, siempre inferior a 1, por el cual se debe multiplicar S_R para obtener una buena aproximación de S_T .

Puede variar ligeramente este coeficiente según la edad de los cultivos, del material vegetal y de los factores limitantes graves (deficiencias minerales severas, déficit hídrico pronunciado, etc.). Es conveniente por lo tanto proceder cada vez a tomar nuevas medidas de calibración.

Demuestran los cálculos teóricos que para conseguir una buena precisión del coeficiente de contraste es preciso y suficiente tomar cada vez al azar en la población estudiada (un cruzamiento, un clone, un tratamiento experimental, etc.) tan sólo diez palmas cuya superficie de la hoja muestreada será pues medida al emplear los dos métodos a fin de obtener S_T y

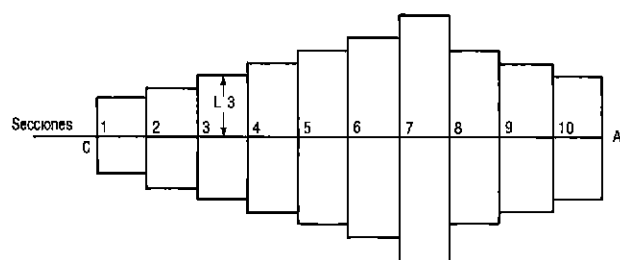


FIG. 3. — Superficie apparente

SR y la relación que se quiere determinar entre las dos superficies.

Luego el número de palmas por muestrear con el método simplificado por parcela elemental dependerá de cada experimento, es decir de su potencia, de la desviación estándar residual y del nivel de la prueba como cualquier otro parámetro por observar.

□ Distribución de la superficie foliar a lo largo del raquis

Las medidas registradas permiten calcular la superficie foliar para cada una de las diez secciones y pues su distribución así como la del número de folíolos en relación con el conjunto de la hoja. Esta distribución depende especialmente del tipo de material vegetal.

La superficie "aparente" de la hoja, es decir la superficie delimitada por los bordes de la hoja o también la extremidad de los folíolos se puede apreciar a partir de las medidas previas: es la suma de los rectángulos cuyas lados son: por un lado $1/10^{\text{o}}$ de la longitud del raquis y por el otro dos veces la longitud del folíolo extraído en cada sección (Fig. 3).

$$S_A = 2 (L_1 + L_2 + \dots + L_{10}) \times AC / 100.000$$

con:

- L_1, \dots, L_{10} = longitud de los folíolos en cm
- AC = longitud del raquis en cm
- S_A = superficie aparente en m^2 (2 cifras después de la coma).

Esta superficie aparente es también una característica del material vegetal.

□ Índice foliar

Estimar el índice foliar de un palmar en un momento dado no presenta ninguna dificultad si se tiene una

buena aproximación de la superficie de una hoja media de la corona (o mejor de una hoja por estrato en la corona: rangos 9, 17, 25 y 33 por ejemplo) y del número total de hojas funcionales con tal de que el estado sanitario del follaje sea satisfactorio.

Pero, el índice foliar puede fluctuar apreciadamente en el transcurso del año según el ritmo del nivel de producción, ya que al cosechar un racimo se cortan una o varias hojas a menudo aún verdes o al podar se reduce subitamente la superficie foliar de las palmas.

Si se quiere seguir rigurosamente el índice foliar durante el año en caso de estudios especiales, de fisiología por ejemplo, se debe observar mensualmente la emisión foliar y la desaparición de hojas viejas debido a su senescencia (secamiento) o su corte cuando la cosecha y la poda.

□ Limitaciones

Lo mismo conviene este método de medida de la superficie foliar, de fácil manejo, a los objetivos de investigación y de desarrollo.

De tal modo se dan en su estado bruto la superficie de una hoja de la corona de una palma y el índice foliar. Ahora bien, nunca están las hojas integralmente intactas: las plagas (larvas de defoliadores, minadoras de hojas, acaros), los hongos, las algas, siempre presentes en cantidad variable según el nivel de la hoja, la estación, las pululaciones, acarrearán daños indelebiles que reducen físicamente la superficie foliar y(o) su superficie activa fotosintéticamente.

Claro está que interesa el entomólogo, el fitopatólogo y el fisiólogo poder estimar estos daños en términos de disminución de superficie y de actividad fotosintética, pero métodos eficientes de medida quedan, en su mayoría, por perfeccionar.

El conocimiento de la superficie foliar bruta da indicaciones sobre el volumen de la corona pero ninguna información sobre su arquitectura de la cual puede depender su eficiencia fotosintética: para eso es preciso pasar por la modelización, de la cual el laboratorio del CIRAD posee un excelente dominio, lo que será objeto de publicaciones ulteriores.

B. TAILLIEZ (1) y BALLO KOFFI (2)

(1) IRHO-CIRAD - 11 Square Pétrarque 75116 Paris, (France)

(2) IDEFOR-DPO - La Mé - 13 BP 989 Abidjan 13, (Côte-d'Ivoire)